



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 09 166.1

**Anmeldetag:** 28. Februar 2003

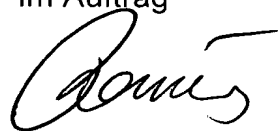
**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München/DE

**Bezeichnung:** Röntgendiagnostikeinrichtung mit Bildrechner zur  
Richtungsfilterung

**IPC:** G 01 N, A 61 B, G 06 T

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 17. Februar 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag



Remus

## Beschreibung

Röntgendiagnostikeinrichtung mit Bildrechner zur Richtungs-  
filterung

5

Die Erfindung betrifft eine Röntgendiagnostikeinrichtung mit  
einem Röntgengerät zur Erzeugung von Röntgenstrahlung, einem  
Röntgendetektor zur Erfassung von Röntgenbildern und Umwand-  
lung in eine elektrische Signalfolge, einem Bildsystem zur  
10 Verarbeitung der elektrischen Signalfolge und einer Wiederga-  
bevorrichtung.

15

Zur Erstellung fluoroskopischer Röntgenbilder bei der Naviga-  
tion mit dem Guidewire und dem Katheter wird üblicherweise  
mit niedrigster Dosis gearbeitet. Durch diese niedrige Dosis  
ergibt sich ein sehr geringes Signal/Rausch-Verhältnis, so  
dass die Bildqualität sehr stark begrenzt ist.

20

Bisher wurden derartige Röntgenbilder einer zeitlichen Bild-  
integration unterworfen, beispielsweise der gleitenden ge-  
wichteten Mittelwertbildung (GGM), wie dies beispielsweise in  
der US 5,495,514 beschrieben ist. Dadurch ergibt sich aber  
der Nachteil, dass Bewegungsunschärfen und Geisterbilder auf-  
treten. Als Alternative dazu ist die örtliche Tiefpassfilte-  
25 rung bekannt, bei der jedoch eine Verunschärfung der Objekte,  
beispielsweise der Gefäßkanten, in Kauf zu nehmen ist.

30

Die Erfindung geht von der Aufgabe aus, einen Bildrechner  
einer Röntgendiagnostikeinrichtung der eingangs genannten Art  
derart auszubilden, dass Bildserien in Echtzeit verarbeitet  
werden können und das Signal/Rausch-Verhältnis verbessert  
wird.

35

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das  
Bildsystem eine Vorrichtung zur Detektion von in einzelnen  
Röntgenbildern vorhandenen Kanten und eine Vorrichtung zur  
Filterung der einzelnen Röntgenbilder entlang dieser Kanten

aufweist. Durch die Einzelbildverarbeitung auch in Bildserien ergeben sich beispielsweise keine Geisterbilder wie bei der GGM. Es erfolgt eine Signaladaption durch die Detektion der Wichtung der Kanten. Entlang dieser Kanten wird die Filterung durchgeführt.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Vorrichtung zur Filterung eine Mittelwertbildung über mehrere Bildpunkte durchführt. Dabei kann erfindungsgemäß die Mittelwertbildung mittels einer gerichteten Maske erfolgen.

In vorteilhafter Weise kann die Vorrichtung zur Kantendetektion Mittel zur Varianzmessung aufweisen, an die eine Vorrichtung zur Bestimmung des Minimum der Varianzen zur Ermittlung der optimalen Richtung angeschlossen ist.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Vorrichtung zur Kantendetektion eine Vorrichtung zur Interpolation von Pixelwerten eines diskreten Pixelrasters zur Erzeugung eines Sub-Pixelrasters bei der Richtungsbestimmung aufweist.

Erfindungsgemäß kann die Bestimmung von Richtungsfeldern der Filtermaske auf einer reduzierten Bildpunktanzahl erfolgen, wobei für die Tiefpassfilterung die Richtungsfelder hochinterpoliert werden können.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine bekannte Röntgendiagnostikeinrichtung,

Figur 2 die erfindungsgemäße Ausführung des Bildrechners gemäß Figur 1,

Figur 3 Pixelraster und

Figuren 4 bis 11 Filtermasken zur Erläuterung der Erfindung.

In der Figur 1 ist eine aus der DE 195 27 148 C1 bekannte Röntgendiagnostikeinrichtung mit einem ersten Stativ 1, an dem höhenverstellbar ein Röntgenstrahler 2 angebracht ist, der eine kegelförmige Röntgenstrahlung 3 erzeugt, und einem zweiten Stativ 4, an dem ein Röntgendetektor 5 derart befestigt ist, dass er in seiner Höhe auf den Röntgenstrahler 2 ausgerichtet ist, dass die Röntgenstrahlung 3 auf den Röntgendetektor 5 fällt. Das Ausgangssignal des Röntgendetektors 5 wird einem Bildrechner oder Bildsystem 6 zugeführt. Das Bildsystem 6 kann Rechner, Wandler, Bildspeicher und Verarbeitungsschaltungen aufweisen. Es ist zur Wiedergabe der erfassten Röntgenbilder mit einem Kontrollmonitor 7 verbunden. Ein Hochspannungsgenerator 8 versorgt die Röntgenröhre des Röntgenstrahlers 2 mit Hoch- und Heizspannung. Das Bildsystem 6 ist über Steuer- und Datenleitungen 9 mit den übrigen Komponenten der Röntgendiagnostikeinrichtung verbunden.


Das Bildsystem 6 der Röntgendiagnostikeinrichtung gemäß Figur 1 weist einen in Figur 2 dargestellten Bildspeicher 10 auf, dem das Eingangssignal zugeführt wird. An dem Bildspeicher 10 ist eine Vorrichtung 11 zur Interpolation von Pixelwerten angeschlossen, die mit Mitteln 12 zur Varianzmessung verbunden ist. Das Ausgangssignal der Mittel 12 zur Varianzmessung wird einer Vorrichtung 13 zur Bestimmung des Minimum der Varianzen zugeführt, deren Ausgang eine Vorrichtung 14 zur Filterung steuert.


Die Interpolation der Vorrichtung 11 erfolgt dabei so, dass aus einem diskreten, in Figur 3 dargestellten Pixelraster 15 Zwischenwerte berechnet werden, die ein Sub-Pixelraster 16 bilden. Das Sub-Pixelraster 16 ist der Bereich zwischen dem vorhandenen diskreten Pixelraster 15.

Die Mittel 12 zur Varianzmessung berechnen für ein Beispiel mit acht Pixeln in der Filtermaske gemäß folgender Formel zu Pixelwerten  $p_i$  den Mittelwert  $\bar{P}$  der Pixelwerte, der von dem Pixelwert  $p_i$  subtrahiert wird, quadriert das Ergebnis und  
 5 bildet davon den Mittelwert:

$$\text{Var} = \sum_{i=0}^7 (p_i - \bar{P})^2 / 8$$

Die Varianzmessung erfolgt dabei richtungsabhängig, d.h. in-  
 10 nerhalb der Filtermasken.

 Zu diesen Varianzen wird durch die Vorrichtung 13 das Minimum bestimmt, so dass sich daraus die Richtung von Kanten ergibt. Dieses Ergebnis wird der Vorrichtung 14 zur gerichteten Fil-  
 15 terung zugeführt, durch die eine Filterung entlang der Kanten mittels Mittelwertbildung einer in den Figuren 4 bis 11 dargestellten gerichteten Filtermaske erfolgt.

In den Figuren 4 bis 11 sind Beispiele von Richtungsfelder 17  
 20 bis 24 der Filtermasken für acht verschiedene Richtungen dargestellt. Sie zeigen, dass um jeden aktuellen Bildpunkt 25 ( $p_i$ ) in zwei Richtungen anliegende Bildpunkte 26 erfasst werden, die durch Mittelwertbestimmung den neuen Wert für den aktuellen Bildpunkt 25 ergeben. Es sind jedoch auch noch an-  
 25 dere und mehr unterschiedliche Richtungen sowie höhere Anzahlen von zu mittelnden Bildpunkten 25 und 26 möglich. Es können auch nicht diskrete Filtermasken verwendet werden, wofür die Interpolation benötigt wird.

30 Durch die Einzelbildverarbeitung auch in Bildserien ergeben sich beispielsweise keine Geisterbilder wie bei der GGM. Es erfolgt eine Signaladaption durch die Detektion der Wichtung der Kanten. Entlang dieser Kanten erfolgt dann eine Filte-  
 rung, beispielsweise eine Mittelwertbildung über mehrere  
 35 Bildpunkte. Durch die Echtzeitfähigkeit ist das Verfahren auch für die interventionelle Arbeit geeignet. Die bildquali-

tätsrelaventen Einflussgrößen wie Stärke und Charakteristik sind auf dem User Interface einstellbar.

Aufgrund der Richtungsbestimmung bei der Kantendetektion über  
5 Varianzmessung und Ermittlung der optimalen Richtung über Minimumbestimmung der Varianzen wird erreicht, dass trotz Rauschens die Filtermaske 17 bis 23 sich entlang von Kanten, beispielsweise von Gefäßen, ausrichtet. Dadurch bleiben interessierende Strukturen trotz starker Rauschunterdrückung erhalten.  
10 Weitere Vorteile ergeben sich durch die Interpolation von fehlenden Pixelwerten bei der Richtungsbestimmung auf Sub-Pixel-Genauigkeit oder durch Beschränkung auf das diskrete Pixelraster 15 mittels optimierter Filtermasken 17 bis 23. Die Richtungsbestimmung erfolgt auf einer reduzierten Bildpunktanzahl, wobei für die anschließende Tiefpassfilterung das Richtungsfeld 17 bis 23 hochinterpoliert wird. Die bildqualitätsrelevanten Einflussgrößen wie Stärke (Überblendungsfaktor zum Original) und Charakteristik (Kernelgröße) sind  
15 auf dem User Interface einstellbar.

20 Diese Bildverarbeitung erfolgt zeilen- und/oder pixelorientiert oder mit Bildverzögerung und ist mit anderen pixelorientierten Algorithmen kombinierbar.

25 Die beschriebene Vorrichtung kann auch als Software auf einem digitalen Signalprozessor (DSP) derart implementiert sein, dass er die Echtzeitbildverarbeitung ermöglicht.

## Patentansprüche

1. Röntgendiagnostikeinrichtung mit einem Röntgengerät (1, 2) zur Erzeugung von Röntgenstrahlung (3), einem Röntgendetektor (5) zur Erfassung von Röntgenbildern und Umwandlung in eine elektrische Signalfolge, einem Bildsystem (6) zur Verarbeitung der elektrischen Signalfolge und einer Wiedergabevorrichtung (7), d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass das Bildsystem (6) eine Vorrichtung (11 bis 13) zur Detektion von in einzelnen Röntgenbildern vorhandenen Kanten und eine Vorrichtung (14) zur Filterung der einzelnen Röntgenbilder entlang dieser Kanten aufweist.
2. Röntgendiagnostikeinrichtung nach Anspruch 1, d a - d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Vorrichtung (14) zur Filterung eine Mittelwertbildung über mehrere Bildpunkte durchführt.
3. Röntgendiagnostikeinrichtung nach Anspruch 2, d a - d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Mittelwertbildung mittels einer gerichteten Maske erfolgt.
4. Röntgendiagnostikeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Vorrichtung (11 bis 13) zur Kantendetektion Mittel (12) zur Varianzmessung aufweist, an die eine Vorrichtung (13) zur Bestimmung des Minimum der Varianzen zur Ermittlung der optimalen Richtung angeschlossen ist.
5. Röntgendiagnostikeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Vorrichtung (11 bis 13) zur Kantendetektion eine Vorrichtung (11) zur Interpolation von Pixelwerten eines diskreten Pixelrasters (15) zur Erzeugung eines Sub-Pixelrasters (16) bei der Richtungsbestimmung aufweist.

6. Röntgendiagnostikeinrichtung nach Anspruch 5, da -  
durch gekennzeichnet, dass die Be-  
stimmung von Richtungsfelder (17 bis 24) der Filtermaske auf  
einer reduzierten Bildpunktanzahl erfolgt.

5

7. Röntgendiagnostikeinrichtung nach Anspruch 6, da -  
durch gekennzeichnet, dass für die  
Tiefpassfilterung die Richtungsfelder (17 bis 24) hochinter-  
poliert werden.

10



## Zusammenfassung

Röntgendiagnostikeinrichtung mit Bildrechner zur Richtungs-  
filterung

5

Die Erfindung betrifft eine Röntgendiagnostikeinrichtung mit  
einem Röntgengerät (1, 2) zur Erzeugung von Röntgenstrahlung  
(3), einem Röntgendetektor (5) zur Erfassung von Röntgenbil-  
dern und Umwandlung in eine elektrische Signalfolge, einem  
10 Bildsystem (6) zur Verarbeitung der elektrischen Signalfolge  
und einer Wiedergabevorrichtung (7). Das Bildsystem (6) weist  
eine Vorrichtung (11 bis 13) zur Detektion von in einzelnen  
Röntgenbildern vorhandenen Kanten und eine Vorrichtung (14)  
zur Filterung der einzelnen Röntgenbilder entlang dieser Kan-  
15 ten auf. Die Einzelbildverarbeitung kann in Real-Time erfol-  
gen. Aufgrund einer Signaladaption durch die Detektion der  
Wichtung der Kanten kann die Filterung entlang dieser Kanten  
durchgeführt werden.

20 Figur 2

FIG 1

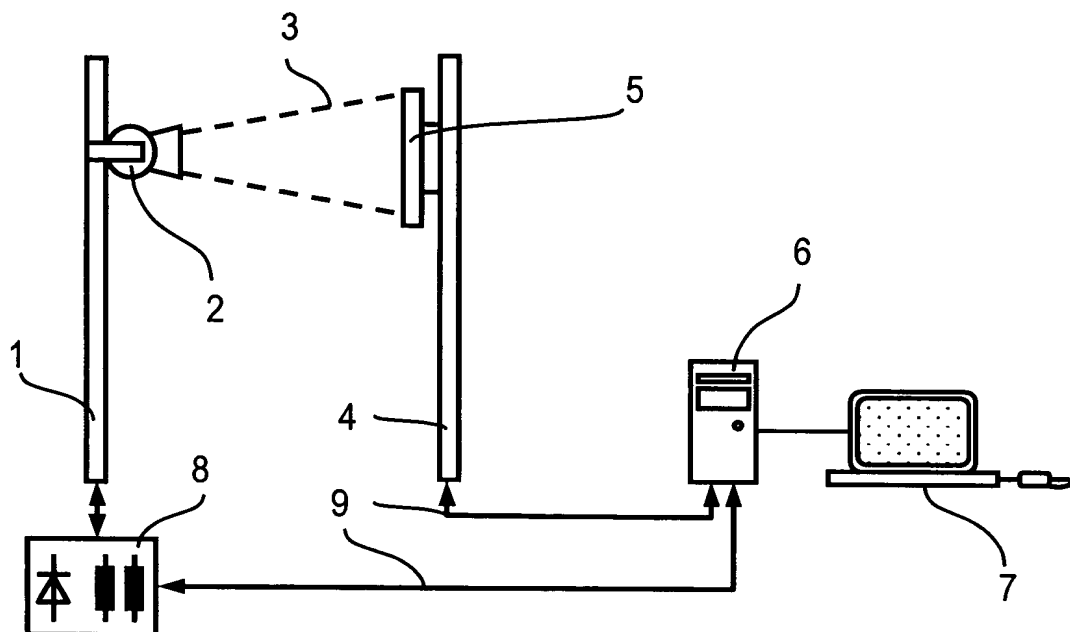


FIG 2

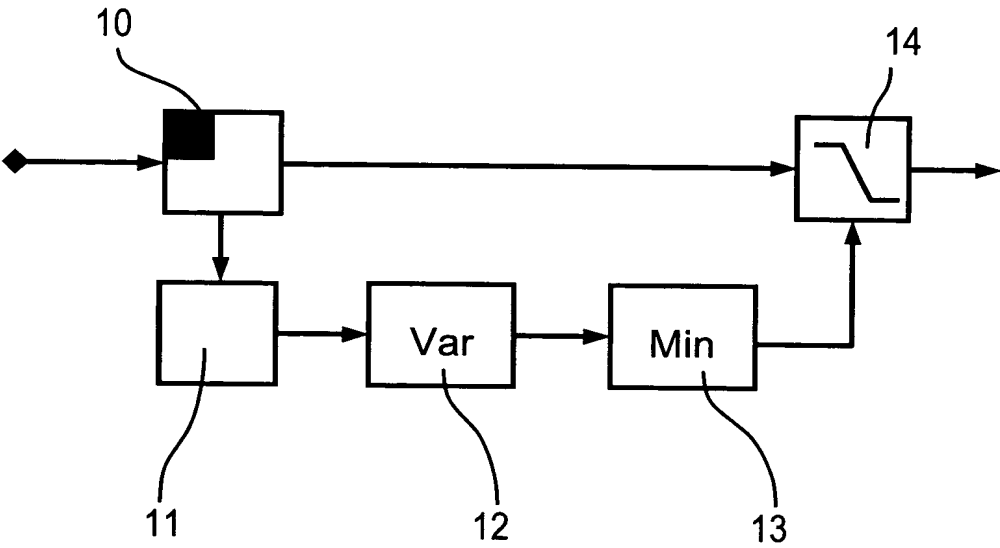


FIG 3

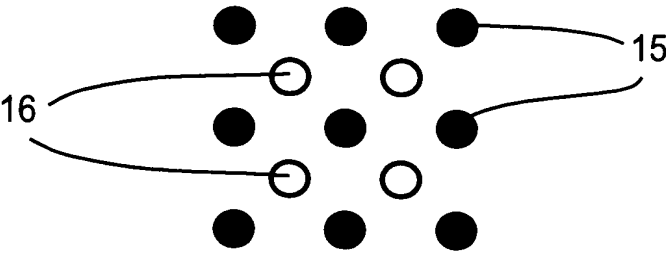


FIG 4

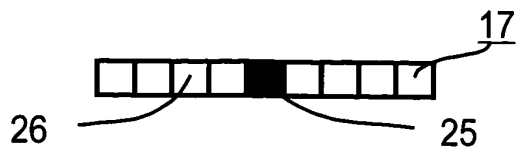


FIG 5

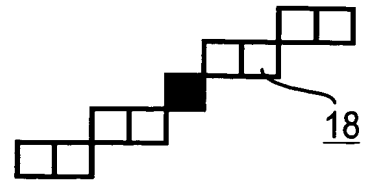


FIG 6

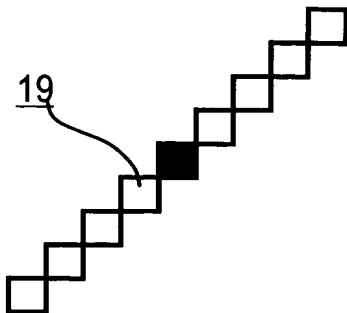


FIG 7

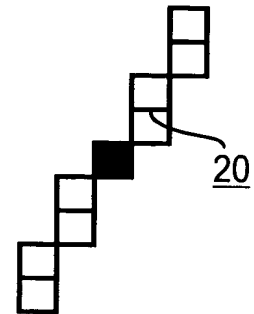


FIG 8

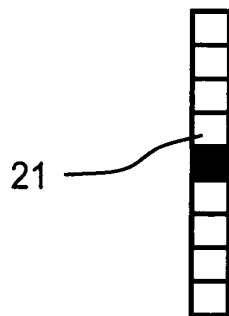


FIG 9

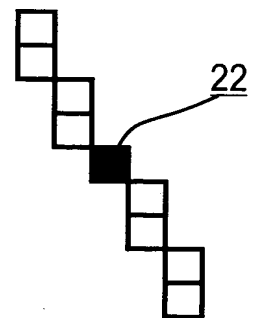


FIG 10

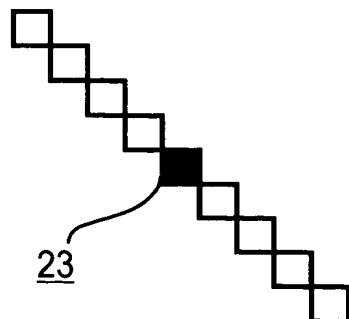


FIG 11

